

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-114367

(P2000-114367A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000.4.21)

| (51) Int. Cl. | 識別記号 | P I | キーワード (参考) |
|---------------|------|------------|--------------|
| H01L 21/768 | | H01L 21/90 | S .5 F 0 3.3 |
| 21/265 | | 21/265 | Y |
| 21/3205 | | 21/88 | M |

審査請求 未請求 請求項の数 4 OL (全 6 頁)

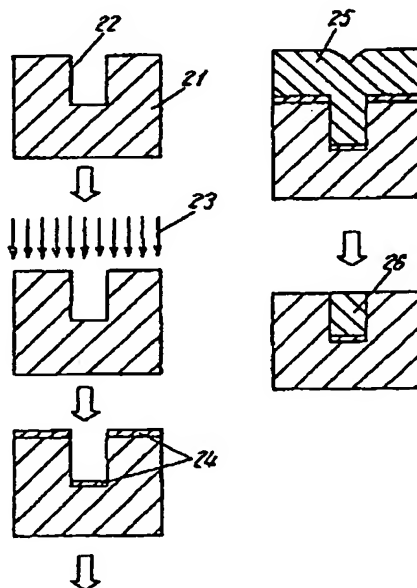
| | | | |
|-----------|------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平10-282417 | (71) 出願人 | 000005843 松下電子工業株式会社 大阪府高槻市幸町1番1号 |
| (22) 出願日 | 平成10年10月5日 (1998.10.5) | (72) 発明者 | 益前 伸一 大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 100097445 弁理士 岩崎 文雄 (外2名) |
| | | Fターム (参考) | 5F033 H011 H012 H018 H021 M001 M005 M012 PP06 PP28 QQ48 QQ60 QQ62 QQ64 QQ73 QQ74 QQ90 QQ98 RR21 XX14 |

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 CuとBCBの密着性を改善することにより、バリアメタルを用いない低抵抗な銅配線を実現する。

【解決手段】 BCBで構成される層間絶縁膜21の表面にCu膜25を堆積する前に、Tiのイオン化プラズマから引き出されたTiイオン23で、BCBで構成される層間絶縁膜21表面にTiを注入する。その結果、BCB21表面の酸化膜が除去される。さらにBCB表面近傍にTiが注入され、BCBとTiの反応領域24が形成されることにより、BCBとCuの密着性を高められる。その後CVD法によってCu膜25を堆積し、さらにCu膜25を研磨することによって、Cu配線26を得る。TiイオンでBCBが窒化された部分24の効果により、研磨中のCu膜25の剥離や、後工程でのCu配線26の剥離は発生しない。



(2)

特開2000-114367

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 BCBで構成される層間膜を堆積する工程と、 N_2 プラズマで前記層間膜表面を改質する工程と、前記改質された表面に銅を主成分とする材料を堆積する工程とを備えた半導体装置の製造方法。

【請求項2】 BCBで構成される層間膜を堆積する工程と、イオン化金属プラズマでTiまたはTaを前記層間膜表面に注入する工程と、前記注入された表面に銅を主成分とする材料を堆積する工程とを備えた半導体装置の製造方法。

【請求項3】 BCBで構成される層間膜を堆積する工程と、前記層間膜上にTiまたはTaを添加したCuを堆積する工程と、前記BCB上のTiまたはTaを添加したCuを、300℃から500℃の温度で熱処理する工程を備えた半導体装置の製造方法。

【請求項4】 BCBで構成される層間膜を堆積する工程と、前記層間膜上にTiまたはTaを添加したCuを堆積する工程と、BCB上のTiを添加したCuを300℃から500℃の温度で水素雰囲気中で熱処理する工程と、その後大気暴露することなく連続してCVD法によりCuを堆積する工程を備えた半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体装置中の銅配線に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5は従来の銅配線の断面図を示すものであり、図5において、51は酸化シリコンよりなる層間絶縁膜、52は、Taよりなるバリアメタル、53はCu配線である。配線幅は200nm、配線高さは300nmである。

【0003】酸化シリコンよりなる層間絶縁膜51中へのCuの拡散の防止を目的とするTaよりなるバリアメタル52により、銅配線53は3方を囲まれている。Cuに対するバリア性を保証するために必要なTa膜厚は30nmである。Taの抵抗率は約250 $\mu\Omega\text{cm}$ であり、Cuの抵抗率約2 $\mu\Omega\text{cm}$ に比べて2桁以上大きいので、Taは電気伝導にほとんど寄与しない。このためバリアメタルの導入により銅配線の抵抗は約1.7倍となる。よってバリアメタル膜厚はできるだけ薄い方が望ましい。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の構成では、バリアメタルが酸化するとCuの層間絶縁膜への拡散を防止できなかつたり、強度不足によってバリアメタルが割れるという問題を有していた。

【0005】一方、層間絶縁膜としてBenzocyclobutene（以下BCBと称す）を用いるものが知られている（特開平8-284982号公報）。しかしながらBCBを用いた場合、Cuの拡散は防止できるが、CuとBCBの密着性が悪いという問題がある。

2

【0006】本発明は、銅を主成分とする材料とBCBとの密着性を改善することにより、バリアメタルを用いない低抵抗な銅配線を実現することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明の銅配線は、BCBで構成される層間膜とCuまたはCu合金が密着性を改善された界面で接する構成を有している。これにより、バリアメタルを用いなくてもCuの拡散を避けることができるので、低抵抗な銅配線が得られる。

【0008】本発明は、Cuを堆積する前に N_2 プラズマで、BCBで構成される層間膜表面を改質するものであり、BCB表面の酸化膜を除去すると共に表面近傍のBCBを窒化することによりBCBとCuの密着性を高めるという作用を有する。

【0009】本発明は、Cuを堆積する前にイオン化金属プラズマで、BCBで構成される層間膜表面にTiイオンまたはTaイオンを打ち込むものであり、BCB表面の酸化膜を除去すると共に表面近傍のBCBとTiまたはTaを反応させることにより、BCBとCuの密着性を高めるという作用を有する。

【0010】本発明は、TiまたはTaを添加したCuを堆積したものであり、表面近傍のBCBとTiまたはTaを反応させることにより、BCBとCuの密着性を高めるという作用を有する。

【0011】本発明は、水素雰囲気中で加熱することにより、表面近傍のBCBとCuに添加したTiまたはTaを反応させ、BCBとCuの密着性を高めるとともに、Cu表面の自然酸化膜を還元し、大気暴露することなく連続して堆積するCVD-Cu膜の膜質を改善するという作用を有する。

【0012】

【発明の実施の形態】（実施形態1）以下本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】図1は本発明の請求項1に記載の銅配線の製造方法を示すものであり、図1において、11はBCBで構成される層間絶縁膜、12は層間絶縁膜11の表面に形成された幅200nm、深さ300nmの溝パターン、13は N_2 イオン、14は N_2 イオン13によってBCBが窒化された部分、15はCVD法によって堆積された膜厚600nmのCu膜、16はCu膜15の研磨によって形成したCu配線である。

【0014】本実施形態の銅配線の形成方法は、BCBで構成される層間絶縁膜11を堆積して、この絶縁膜11に凹部を形成し、その後、凹部を含む層間絶縁膜11全体に、 N_2 プラズマを照射することにより、層間絶縁膜11の表面（特に凹部の表面）を改質する。その後、凹部を含む膜11全体に銅を主成分とする膜を堆積する工程から構成されている。

【0015】以上のように構成された銅配線の形成工程を含む半導体装置の製造方法について詳しく説明する。

(3)

特開2000-114367

3

【0016】まず、BCBで構成される層間絶縁膜11の表面にCu15を堆積する前に、N₂プラズマから引き出されたN₂イオン13で、BCBで構成される層間絶縁膜11表面に窒素を注入する。N₂イオンのエネルギーは300eV、そのドーズ量は 1×10^{17} cm²である。その結果、BCB11表面の酸化膜が除去される。さらに表面近傍のBCBが窒化され、BCBとCuの密着性を高められる。エネルギーが100eV以下の場合、BCB表面酸化膜が完全に除去できない。エネルギーが1keV以上の場合、BCB表面が局所的に加熱されて350℃以上となり、BCBが分解する。ドーズ量が 1×10^{17} cm²以下の場合、BCB表面酸化膜が完全に除去できない。ドーズ量が 1×10^{17} cm²以上の場合、BCB表面がやはり局所的に加熱されて350℃以上となり、BCBが分解する。その後CVD法によってCu膜15を堆積し、さらにCu膜15を研磨することによって、Cu配線16を得る。N₂イオンでBCBが窒化された部分14の効果により、研磨中のCu膜15の剥離や、後工程でのCu配線16の剥離は発生しない。

【0017】以上のように本実施の形態によれば、Cuを堆積する前にN₂プラズマで、BCBで構成される層間絶縁膜表面を改質する工程を設けることにより、バリアメタルを用いなくてもBCBとCuの密着性を高め、配線抵抗の低い銅配線を実現することができる。なお本実施例ではCu膜の堆積方法としてCVD法を用いたが、無電解メッキ法を用いても同様の効果が得られる。

【0018】(実施形態2)以下本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0019】図2は第2の実施形態の銅配線の形成方法を示すものであり、図2において、21はBCBで構成される層間絶縁膜、22は層間絶縁膜21の表面に形成された幅200nm、深さ300nmの溝パターン、23は、Tiイオン、24はTiイオン23によって形成されたBCBとTiの反応領域、25はCVD法によって堆積された膜厚600nmのCu膜、26はCu膜25の研磨によって形成したCu配線である。

【0020】この銅配線の製造方法は、BCBで構成される層間絶縁膜を堆積した後、絶縁膜をイオン化金属プラズマでTiを層間絶縁膜表面に注入し、最後に注入した部分にCuを堆積する工程とから構成されている。

【0021】この銅配線の製造方法について、さらに詳しく説明する。まず、BCBで構成される層間絶縁膜21の表面にCu25を堆積する前に、Tiのイオン化プラズマから引き出されたTiイオン23で、BCBで構成される層間絶縁膜21表面にTiを注入する。Tiイオンのエネルギーは300eV、そのドーズ量は 1×10^{17} cm²である。その結果、BCB21表面の酸化膜が除去される。さらにBCB表面近傍にTiが注入され、BCBとTiの反応領域24が形成されることにより、BCBとCuの密着性を高められる。Tiイオンのエネルギーが100eV以下の場合、BCB表面酸化膜が完全に除去できない。Tiイオンのエネルギーが1keV以上

4

の場合、BCB表面が局所的に加熱されて350℃以上となり、BCBが分解する。Tiイオンのドーズ量が 1×10^{17} cm²以下の場合、BCB表面酸化膜が完全に除去できない。Tiイオンのドーズ量が 1×10^{17} cm²以上の場合、BCB表面に堆積するTiの膜厚が約20nmとなり、Cu配線抵抗が上昇する。その後CVD法によってCu膜25を堆積し、さらにCu膜25を研磨することによって、Cu配線26を得る。TiイオンでBCBが窒化された部分24の効果により、研磨中のCu膜25の剥離や、後工程でのCu配線26の剥離は発生しない。

【0022】以上のように本実施の形態によれば、Cuを堆積する前にTiのイオン化プラズマで、BCBで構成される層間絶縁膜表面を改質する工程を設けることにより、バリアメタルを用いなくてもBCBとCuの密着性を高め、配線抵抗の低い銅配線を実現することができる。なお本実施例ではイオン化プラズマから引き出されたTiイオンによりBCB表面を改質したが、Taのイオン化プラズマから引き出されたTaイオンを用いてBCB表面を改質しても、同様の効果が得られる。またCu膜の堆積方法としてCVD法を用いたが、無電解メッキ法を用いても同様の効果が得られる。

【0023】(実施形態3)以下本発明の第3の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0024】図3は本実施形態の銅配線の製造方法を示すものであり、図3において、31はBCBで構成される層間絶縁膜、32は層間絶縁膜31の表面に形成された幅200nm、深さ300nmの溝パターン、33は5atmのTiを添加した膜厚30nmのCu膜、34はCu膜33に含まれたTiとBCBの反応領域、35はCVD法によって堆積された膜厚600nmのCu膜、36はCu膜35の研磨によって形成したCu配線である。

【0025】この銅配線の製造方法は、BCBで構成される層間絶縁膜を堆積し、Tiを添加したCuを堆積し、BCB上のTiを添加したCuを300℃から500℃の温度で熱処理する工程から構成されている。

【0026】以上のように構成された本発明の銅配線の製造方法について、さらに詳しく説明する。

【0027】まず、溝パターン32を形成したBCBで構成される層間絶縁膜31に、5atmのTiを添加したCu膜33を堆積する。その後水素雰囲気中でウェハを330℃で10分間アニールし、BCBとCu中に添加されたTiを反応させる。アニール温度が300℃以下の場合、BCBとTiの反応が進行しない。アニール温度が500℃以上の場合、BCBが分解する。よってアニールは300～500℃が好ましい。さらに好ましくは300～350℃である。

【0028】また水素雰囲気中でアニールするのはCu膜33の表面の自然酸化膜を還元するためである。このアニール処理によって形成されたTiとBCBの反応領域34の存在により、BCBとCuの密着性が高まる。その後CVD法によってCu膜35を堆積し、さらにCu膜35を研磨する

5

ことによって、Cu配線36を得る。TiとBCBの反応領域34の効果により、研磨中のCu膜35の剥離や、後工程でのCu配線36の剥離は発生しない。

【0029】以上のように本実施の形態によれば、Tiを添加したCuを用いることにより、バリアメタルを用いなくてもBCBとCuの密着性を高め、配線抵抗の低い銅配線を実現することができる。

【0030】なお、以上の発明において、33はTiを添加したCuとしたが、33はTaを添加したCuとしてもよい。また本実施形態ではCu膜の堆積方法としてCVD法を用いたが、無電解メッキ法を用いても同様の効果が得られる。

【0031】（実施形態4）以下本発明の第4の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0032】図4は第4の実施形態の銅配線の製造方法を示すものであり、図4において、41はBCBで構成される層間絶縁膜、42は層間絶縁膜41の表面に形成された幅200nm、深さ300nmの溝パターン、43は5atm%のTiを添加した膜厚30nmのCu膜、44はCu膜43表面に形成された自然酸化膜、45はCu膜43中に含まれたTiとBCBの反応領域、46はCVD法によって堆積された膜厚600nmのCu膜、47はCu膜46の研磨によって形成したCu配線である。

【0033】この銅配線の製造方法は、BCBで構成される層間膜を堆積し、TiまたはTaを添加したCuを堆積し、BCB上のTiを添加したCuを300℃から350℃の温度で水素雰囲気中で熱処理し、大気暴露することなく連続してCVD法によりCuを堆積する工程とから構成されている。

【0034】以上のように構成された本発明の銅配線の製造方法について、さらに詳しく説明する。

【0035】まず、溝パターン42を形成したBCBで構成される層間絶縁膜41に、5atm%のTiを添加したCu膜43を堆積する。ここまでは図3の場合と同様である。この膜を大気中に放置するとCu膜43表面に膜厚約10nmの自然酸化膜44が成長する。その後水素雰囲気中でウェハを330℃で10分間アニールし、BCBとCu中に添加されたTiを反応させるとともに、自然酸化膜44を還元する。アニール温度が300℃以下の場合、BCBとTiの反応が進行しない。アニール温度が350℃以上の場合、BCBが分解する。このアニール処理によって形成されたTiとBCBの反応領域45の存在により、BCBとCuの密着性が高まる。また自然酸化膜44を除去した後、大気開放しないでCVD法によってCu膜46を堆積することにより、酸素含有量が2atm%以下の純度の高いCu膜を形成することができる。Cu膜46は酸素濃度が低いため、平均結晶粒径が約0.5μmと大きく、(111)方向の配向性も良い。さらにCu膜46を研磨することによって、Cu配線47を得る。TiとBCBの反応領域45の効果により、研磨中のCu膜46の剥離や、後工程でのCu配線47の剥離は発生しない。

【0036】以上のように本実施の形態によれば、Tiを

(4)

特開2000-114367

6

添加したCuを用い、Tiを添加したCuを300℃から350℃の温度で水素雰囲気中でアニールし、大気暴露することなく連続してCVD法によりCuを堆積することにより、バリアメタルを用いなくてもBCBとCuの密着性を高め、配線抵抗の低い銅配線を実現することができる。さらに銅の膜質も良好なためエレクトロマイグレーションに対する長い寿命が得られる。

【0037】なお、以上の発明において、43はTiを添加したCuとしたが、43はTaを添加したCuとしてもよい。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように本発明では以下の効果が得られる。

(1) Cuを堆積する前にN₂プラズマで、BCBで構成される層間絶縁膜表面を改質する工程を設けることにより、バリアメタルを用いにくい低抵抗銅配線を実現することができる優れた銅配線の製造方法を実現できるものである。

(2) Cuを堆積する前にイオン化金属プラズマで、BCBで構成される層間絶縁膜表面にTiイオンまたはTaイオンを打ち込む工程を設けることにより、バリアメタルを用いにくい低抵抗銅配線を実現することができる優れた銅配線の製造方法を実現できるものである。

(3) TiまたはTaを添加したCuを用いることにより、バリアメタルを用いにくい低抵抗銅配線を実現することができる優れた銅配線の製造方法を実現できるものである。

(4) TiまたはTaを添加したCuを用い、水素雰囲気中で加熱し、大気暴露することなく連続してCVD-Cu膜を堆積することにより、バリアメタルを用いにくい低抵抗銅配線と、酸素含有量の低い高信頼性銅配線を実現することができる優れた銅配線の製造方法を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における銅配線の製造方法を示す工程断面図

【図2】本発明の第2の実施の形態における銅配線の製造方法を示す工程断面図

【図3】本発明の第3の実施の形態における銅配線の製造方法を示す工程断面図

【図4】本発明の第4の実施の形態における銅配線の製造方法を示す工程断面図

【図5】従来の銅配線の断面図

【符号の説明】

- 11 BCBで構成される層間絶縁膜
- 12 層間絶縁膜11の表面に形成された溝パターン
- 13 N₂イオン
- 14 N₂イオン13によってBCBが窒化された部分
- 15 CVD法によって堆積されたCu膜
- 16 Cu膜15の研磨によって形成したCu配線
- 21 BCBで構成される層間絶縁膜

(5)

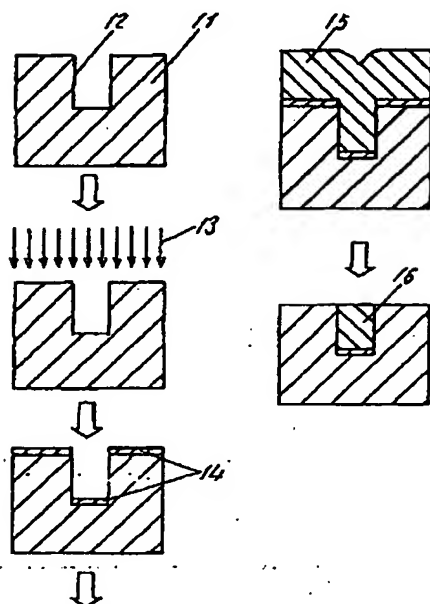
特開2000-114367

- 7
- 22 層間絶縁膜21の表面に形成された溝パタン
 - 23 Tiイオン
 - 24 Tiイオン23によって形成されたBCBとTiの反応領域
 - 25 CVD法によって堆積されたCu膜
 - 26 Cu膜25の研磨によって形成したCu配線
 - 31 BCBで構成される層間絶縁膜
 - 32 層間絶縁膜31の表面に形成された溝パタン
 - 33 SatmのTiを添加したCu膜
 - 34 Cu膜33中に含まれたTiとBCBの反応領域

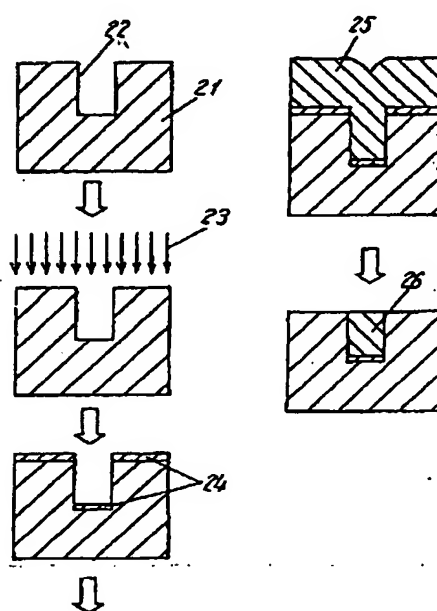
- 8
- * 35 CVD法によって堆積されたCu膜
 - 36 Cu膜35の研磨によって形成したCu配線
 - 41 BCBで構成される層間絶縁膜
 - 42 層間絶縁膜41の表面に形成された溝パタン
 - 43 SatmのTiを添加したCu膜
 - 44 Cu膜43表面に形成された自然酸化膜
 - 45 Cu膜43中に含まれたTiとBCBの反応領域
 - 46 CVD法によって堆積されたCu膜
 - 47 Cu膜46の研磨によって形成したCu配線

*10

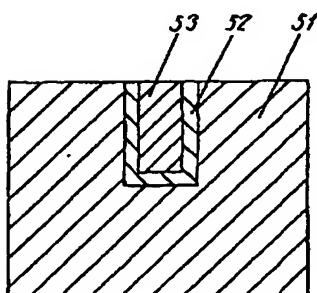
【図1】



【図2】



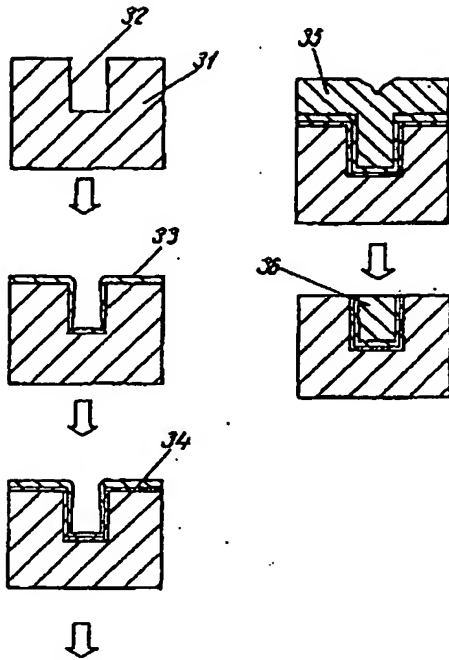
【図5】



(6)

特開2000-114387

【図3】



【図4】

